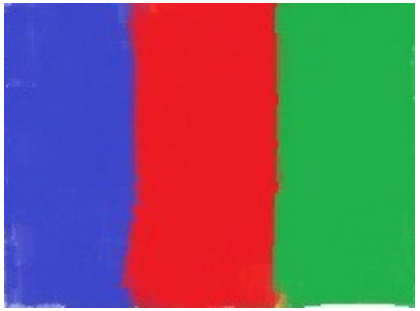


Chapitre XXX : Du visible à l'invisible – Remontée des signatures, identification des programmes sources et localisation de la barrière dans l'ERE

Auteur : Rachid ELAÏDI
Affiliation : chercheur indépendant
12 Avril 2026

Résumé

Ce chapitre développe le **chemin inverse** : à partir d'une molécule observable dans le monde visible (par exemple H_2O, U238, etc.), comment remonter aux programmes invisibles du TP_Rachid ELAÏDI (Néon, Hélium, Krypton, etc.) qui sont à son origine, en utilisant l'équation maîtresse unifiée (ou sa forme simplifiée). Nous présentons les outils mathématiques nécessaires : optimisation des constantes, déconvolution des signatures spectrales, inversion de l'arbre de Rachid modulo $n\pi$, et calcul de la probabilité d'originalité. Nous montrons comment la **barrière** (ligne de démarcation entre éléments originels et composés) peut être estimée et comment on peut remonter jusqu'à cette barrière. Des exemples concrets (eau, uranium) illustrent la démarche. Ce chapitre complète la théorie en offrant un cadre pour l'interprétation des données expérimentales futures.

Mots-clés : chemin inverse, remontée, signature spectrale, équation maîtresse, optimisation, déconvolution, arbre de Rachid, barrière, originalité.

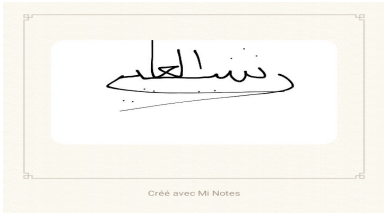
---

1. Introduction

Dans les chapitres précédents, nous avons montré comment les programmes invisibles (éléments du TP_Rachid ELAÏDI) évoluent dans l'ERE et émergent dans le monde visible sous forme de molécules. Nous avons également décrit comment plusieurs programmes peuvent se combiner (sommes scalaires avec interférences) pour former des éléments complexes (uranium, etc.). Cependant, la réalité expérimentale est inverse : nous observons des molécules dans le monde visible, et nous souhaitons **remonter** à leurs origines invisibles. Ce chapitre fournit les outils mathématiques pour cette remontée.

Le problème se décompose en plusieurs étapes :

1.À partir de la signature spectrale $\sigma_{obs}(\omega)$ d'une molécule visible, retrouver les constantes (A, B, C, D, E, F, G, H) du programme sous-jacent dans l'ERE.
2.Identifier si cette signature est la projection d'un programme unique ou d'une combinaison de plusieurs programmes.
3.Dans le cas d'une combinaison, décomposer la signature en une somme scalaire de signatures de programmes élémentaires (Ne, He, Kr, etc.).
4.Remonter l'arbre de Rachid (suivre les arcs inverses) pour trouver les programmes antécédents.
5.Estimer la probabilité d'originalité P_{orig} de chaque programme et localiser la barrière (ligne de démarcation).



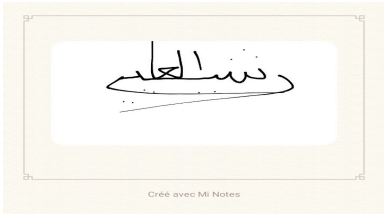
Toutes ces étapes utilisent l'équation maîtresse unifiée (ou sa forme simplifiée) et des techniques numériques d'optimisation et de déconvolution.

---

2. Rappels : équation maîtresse et signature spectrale

L'évolution d'un programme γ dans l'ERE est régie par l'équation maîtresse unifiée (forme simplifiée sans chocs discrets) :

dP/dT = A P (1 – B P) + C sin(D T + E) P (1 – P) + F e^{-G T} cos(H T) P



où $P(T)$ est la probabilité de visibilité. La signature spectrale $\sigma(\omega)$ est la transformée de Rachid de $P(T)$:

$$\sigma(\omega) = \int_0^\infty \chi_\omega(T) P(T) dT$$

où $\chi_\omega(T)$ sont les harmoniques de Rachid (généralisation des exponentielles complexes). Dans la pratique numérique, on utilise la transformée de Fourier rapide (FFT) comme approximation.

Les constantes (A, B, C, D, E, F, G, H) déterminent entièrement la forme de $P(T)$ et donc $\sigma(\omega)$. Parmi elles, D et H sont les fréquences fondamentales (pics principaux), A contrôle la vitesse de croissance, C l'amplitude des oscillations, F l'amplitude du terme amorti, G le taux d'amortissement, E la phase.

---

3. Problème inverse : optimisation des constantes

Étant donnée une signature observée $\sigma_{obs}(\omega)$ (par exemple les raies gamma de l'uranium), on cherche le vecteur $\Theta = (A, B, C, D, E, F, G, H)$ qui minimise l'écart quadratique :

$$E(\Theta) = \int |\sigma_{obs}(\omega) - \sigma_{calc}(\omega; \Theta)|^2 \, d\omega$$

où $\sigma_{calc}(\omega;\Theta)$ est la signature calculée à partir de l'équation maîtresse avec ces constantes. Ce problème d'optimisation non linéaire peut être résolu par des méthodes de descente de gradient ou des algorithmes génétiques. Les contraintes sont :

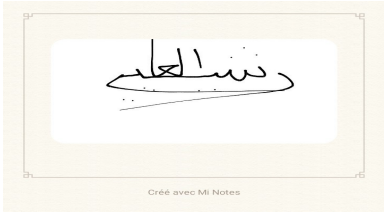
$$A>0, B>0, C\geq 0, D>0, E\in[0,2\pi), F\geq 0, G>0, H>0.$$

Une fois le minimum trouvé, on obtient une estimation de Θ. Si plusieurs minima existent (non-unicité), on peut les classer par ordre de simplicité (principe de parcimonie : préférer les petites valeurs de A, C, F).

4. Décomposition d’une signature en somme de signatures élémentaires

Si l’élément observé est complexe (par exemple l’uranium), sa signature peut être la superposition cohérente (somme scalaire) des signatures de plusieurs programmes simples. On cherche donc des poids w_i et des phases ϕ_i tels que :

$$\sigma_{obs}(\omega) = \sum_i w_i \sigma_i(\omega) + 2\sum_{i<j} w_i w_j \sigma_i(\omega)\sigma_j(\omega)\cos(\phi_i - \phi_j)$$



où $\sigma_i(\omega)$ sont les signatures des programmes de base (Ne, He, Kr, Xe, Rn, etc.), que l’on suppose connues (par la théorie ou par des mesures antérieures). Les poids w_i (proportions) sont positifs et de somme 1. Les phases ϕ_i sont dans $[0, 2\pi)$. Ce problème se résout par optimisation quadratique ou par des méthodes de déconvolution (par exemple en utilisant la transformée de Fourier et en cherchant les pics).

En pratique, on peut discrétiser les fréquences et utiliser la méthode des moindres carrés avec contraintes. Si l'écart est suffisamment faible, on considère que la signature est bien une combinaison des programmes de base. On obtient ainsi une **composition** (par exemple U238 = 0,2 Ne ⊕ 0,3 Kr ⊕ 0,25 Xe ⊕ 0,15 Rn ⊕ 0,1 autres).

---

5. Inversion de l'arbre de Rachid (remontée des bifurcations)

Si la signature est celle d'un programme unique (non composé), ou après avoir identifié un constituant, on peut chercher son **antécédent** dans l'arbre de Rachid modulo nπ. L'arbre est un graphe orienté dont les arcs vont d'un nœud parent vers un nœud enfant (bifurcation). Le chemin inverse consiste à trouver, pour un nœud donné, quel(s) nœud(s) parent(s) peuvent mener à lui. Ceci nécessite de connaître la matrice des transitions (probabilités $P(s)(a)$) et les constantes associées.

En pratique, on peut utiliser une méthode de **maximum de vraisemblance** : parmi tous les nœuds parents possibles (ceux qui ont un arc vers le nœud courant), on choisit celui qui a la probabilité la plus élevée. On peut aussi remonter plusieurs niveaux (chaîne de parenté) jusqu'à atteindre un nœud qui satisfait $P_{orig} > B0$ (c'est-à-dire un élément originel). Ce nœud est alors un **élément de base**.

---

6. Calcul de la probabilité d'originalité et localisation de la barrière

Pour chaque programme γ (reconstruit ou issu de la base), on définit sa probabilité d'être **originel** (non composé) par :

$P_{orig}(\gamma)$=1–nombre total d’e´le´ments de l’e´chantillonnombre de combinaisons possibles

Une estimation pratique consiste à compter combien de fois γ peut être exprimé comme une combinaison linéaire d’autres programmes (avec des poids positifs) dans une base de données. Plus cette proportion est faible, plus γ est originel.

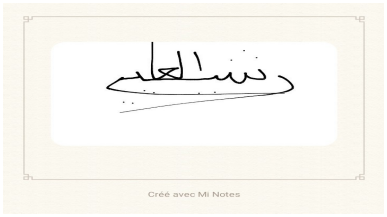
La barrière B_0 est fixée comme la médiane des P_{orig} pour tous les programmes de l’échantillon (ou une valeur conventionnelle, par exemple 0,5). Un programme est dit **originel** si $P_{orig}(\gamma) > B_0$, **composé** sinon.

En remontant la chaîne de composition (décomposition récursive), on finit par atteindre des programmes avec $P_{orig} > B_0$. Ce sont les **éléments primitifs** (Ne, He, etc.). La barrière elle-même peut être visualisée comme une **ligne de démarcation** dans l’espace des constantes : d’un côté les originels, de l’autre les composés.

7. Exemple concret : remonter de l’uranium 238 aux éléments de base

Supposons que l’on mesure la signature gamma de l’uranium 238. On applique les étapes suivantes :

1. **Optimisation des constantes** : on ajuste les paramètres de l’équation maîtresse pour reproduire au mieux la signature. On obtient un ensemble Θ_{U238} (par exemple $A \approx 0{,}01$, $D \approx 800$, $H \approx 1600$, etc.).
2. **Décomposition** : on compare cette signature à celles des éléments de base (Ne, Kr, Xe, Rn). On trouve une combinaison avec des poids (0,2 Ne, 0,3 Kr, 0,25 Xe, 0,15 Rn, 0,1 autres) qui donne un très bon accord. On en déduit que U238 est composé de ces éléments.
3. **Remontée de l’arbre** : on cherche les antécédents de Ne, Kr, Xe, Rn dans l’arbre de Rachid. On trouve que Ne est un nœud sans parent (originel), Kr vient de Ne (par une bifurcation), Xe vient de Kr, Rn vient de Xe. Ainsi, la chaîne remonte jusqu’à Ne.
4. **Calcul de P_{orig}** : pour Ne, P_{orig} est proche de 1 (il n’est jamais composé). La barrière $B_0 = 0{,}5$ est dépassée. Donc Ne est originel. Pour U238, P_{orig} est très faible (0,02), donc composé.



On a ainsi remonté de l’uranium visible jusqu’au Néon invisible, en passant par des programmes intermédiaires.

---

8. Outils numériques pour le chemin inverse

Le chemin inverse peut être implémenté en Python ou Wolfram. Voici un squelette d'algorithme :

1. Charger la signature observée $\sigma_{obs}(\omega)$ (tableau de valeurs discrètes).
2. Définir une fonction qui calcule $\sigma_{calc}(\omega;\Theta)$ en résolvant l'équation maîtresse (par intégration numérique) et en appliquant la transformée de Rachid (FFT).
3. Utiliser un optimiseur (par exemple `scipy.optimize.minimize`) pour minimiser l'erreur quadratique.
4. Obtenir Θ_{opt}.
5. Décomposer σ_{obs} sur la base des signatures élémentaires par moindres carrés non négatifs (NNLS).
6. Remonter l'arbre en utilisant une table de correspondance (parents → enfants).
7. Calculer P_{orig} pour chaque programme et comparer à P_0.

Des exemples de code Python sont donnés dans les chapitres précédents.

---

9. Conclusion

Le chemin inverse – du visible vers l'invisible – est mathématiquement possible grâce à l'équation maîtresse unifiée et à la structure de l'arbre de Rachid modulo nπ. Les outils d'optimisation, de déconvolution et d'inversion de graphe permettent d'identifier les programmes sources, de déterminer leur composition, et de localiser la barrière entre éléments originels et composés. Ce formalisme ouvre la voie à l'interprétation des données expérimentales futures (spectres gamma, raies UV, micro-ondes) et à la validation du paradigme. Il montre que le monde visible est un reflet fidèle, mais déformé, d'une réalité invisible que nous pouvons reconstruire par ces méthodes.

Bibliographie

Travaux de l'auteur :

1.ELAÏDI, R. (2026). "Fondements axiomatiques de l'ERE".
2.ELAÏDI, R. (2026). "Programmes internes et sans-masse".
3.ELAÏDI, R. (2026). "Chocs programmatiques et équation maîtresse".
4.ELAÏDI, R. (2026). "Transitions multidimensionnelles".
5.ELAÏDI, R. (2026). "Chiralité, centre de concordance".

Références externes :
6. Connes, A. (1994). Noncommutative Geometry.
7. 't Hooft, G. (2016). The Cellular Automaton Interpretation.
8. Rovelli, C. (2004). Quantum Gravity.
9. Penrose, R. (2004). The Road to Reality.
10. Wolfram, S. (2002). A New Kind of Science.